

经皮椎体强化术围手术期隐性失血的相关因素分析

吴智华¹, 莫凌^{1,2}, 程浣彤¹, 梁德³, 崔健超³, 唐晶晶³, 任辉³, 姚珍松³, 江晓兵³

(1. 广州中医药大学第一临床医学院, 广东 广州 510405; 2. 广州中医药大学第三附属医院脊柱骨科, 广东 广州 510240; 3. 广州中医药大学第一附属医院脊柱骨科, 广东 广州 510405)

【摘要】 目的: 探讨经皮椎体强化术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折患者围手术期隐性失血的影响因素。方法: 回顾性分析 2018 年 10 月至 2019 年 12 月行经皮椎体强化术的 360 例患者的临床资料, 包括性别, 年龄, 手术方式, 病程, 身高, 体重, 手术节段, 骨密度, 骨水泥量, 手术时间, 椎体高度丢失率, 椎体高度恢复率, 骨水泥渗漏, 凝血功能, 术前及术后血红蛋白 (hemoglobin, Hb), 红细胞比容 (hematocrit, HCT) 和内科合并症等。根据 Gross 公式计算总失血量, 采用 *t* 检验、多元线性回归和单因素方差分析不同因素对隐性失血的影响。结果: 手术方式、手术节段、病程、骨水泥渗漏、术前 Hb、椎基底静脉型渗漏和椎体节段静脉型渗漏与隐性失血显著相关 ($P < 0.05$)。结论: 经皮椎体后凸成形术、双节段及多节段手术、病程 ≥ 6 周、骨水泥椎基底静脉型渗漏和椎体节段静脉型渗漏, 以及术前 Hb 越低的患者围手术期隐性失血越多。

【关键词】 骨质疏松; 脊柱骨折; 经皮椎体强化术; 隐性失血; 相关因素分析

中图分类号: R687.3

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.08.006

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



Risk factors of hidden blood loss in percutaneous vertebral augmentation WU Zhi-hua, MO Ling, CHENG Huan-tong, LIANG De, CUI Jian-chao, TANG Jing-jing, REN Hui, YAO Zhen-song, and JIANG Xiao-bing*. *Department of Spinal Surgery, the First Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510405, Guangdong, China

ABSTRACT Objective: To explore the risk factors of hidden blood loss in osteoporosis vertebral compression fractures during percutaneous vertebral augmentation. **Methods:** From October 2018 to December 2019, 360 patients with osteoporosis vertebral compression fractures who received percutaneous vertebral augmentation were enrolled in this study. The factors analyzed included gender, age, surgical methods, disease course, height, weight, the operative segment, bone mineral density, amount of bone cement, operative time, percentage of height loss, percentage of vertebral height restoration, cement leakage, blood clotting function, preoperative and postoperative hemoglobin and hematocrit and other internal diseases. Total blood loss was calculated by Gross's formula, influential factors of the hidden blood loss were further analyzed by *t*-test, multivariate linear regression and one-way ANOVA analysis. **Results:** Surgical methods, the operative segment, disease course, cement leakage, preoperative hemoglobin, cement leakage via the basivertebral and segmental vein were significantly correlated with hidden blood loss ($P < 0.05$). **Conclusion:** Patients with percutaneous kyphoplasty, two-level and multi-level surgery, the course of the disease beyond 6 weeks, cement leakage via the basivertebral and segmental vein, and lower preoperative hemoglobin had more perioperative hidden blood loss.

KEYWORDS Osteoporosis; Spinal fractures; Percutaneous vertebral augmentation; Hidden blood loss; Relative factors analysis

骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporosis vertebral compression fractures, OVCFs) 是老年骨质疏松人群中常见的并发症之一。OVCFs 主要表现为广泛的胸腰背部疼痛、活动功能障碍及脊柱后凸畸形, 严重影响

响生活质量。近年来, 经皮椎体强化术 (percutaneous vertebral augmentation, PVA) 包括经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 和经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 已广泛应用于 OVCFs 治疗并取得显著疗效, 能迅速改善患者生活质量^[1]。该手术创伤小, 操作时间短, 术中显性出血少。然而, 临床上却观察到患者围手术期出现不同程度的血量丢失, 甚至有些患者出现术后贫血。隐性失血 (hidden blood loss, HBL) 可能是造成这种现象

基金项目: 国家自然科学基金 (编号: 81774338)

Fund program: National Natural Science Foundation of China (No. 81774338)

通讯作者: 江晓兵 E-mail: spinedrjxb@sina.com

Corresponding author: JIANG Xiao-bing E-mail: spinedrjxb@sina.com

的原因^[2]。Zhou 等^[3]发现微创经椎间孔腰椎椎间融合术中隐性失血约 484 ml, 占总失血量的 52.5%。Zhang 等^[4]也发现经椎间孔腰椎椎体间融合术中隐性失血约占总失血量的 40%。正确认识隐性失血有助于提高临床评估能力, 保障患者围手术期安全。因此, 本研究回顾分析 2018 年 10 月至 2019 年 12 月行经皮椎体强化术治疗的 360 例患者的临床数据, 总结 PVA 围手术期隐性失血的相关影响因素, 并对比分析 PVP 与 PKP 围手术期隐性失血是否存在差异。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准: 确诊为骨质疏松性胸腰椎体压缩骨折, 行 PVP 或 PKP 治疗; 术前及术后第 2 天或第 3 天进行血液分析检查; 术前进行凝血 4 项检查。排除标准: 凝血功能异常者; 血液系统疾病者; 肿瘤患者; 围手术期服用抗凝药物者; 高能量损伤或合并其他脏器损伤的患者。

1.2 临床资料

本研究回顾分析 2018 年 10 月至 2019 年 12 月在广州中医药大学第一附属医院和广州中医药大学第三附属医院因骨质疏松性椎体压缩骨折接受经皮椎体强化术(PVP 或 PKP)治疗的 360 例患者的病例数据。其中男 62 例, 女 298 例; 年龄(78.0±8.5)岁; 身高(1.55±0.06) m; 体重(53.5±8.8) kg; 体质指数(22.31±3.45) kg/m²。病程(15.1±40.9) d, 其中病程≥6 周 20 例, <6 周 340 例; 单节段 282 例, 双节段 61 例, 3 个及 3 个以上节段 17 例; 200 例行 PVP 手术(PVP 组), 160 例行 PKP 手术(PKP 组)。患者均顺利完成手术, 未出现严重并发症。手术时间(57.80±24.96) min; 骨水泥量(6.59±3.81) ml; 椎体高度丢失率(22.28±14.79)%; 椎体高度恢复率(15.94±12.75)%; 骨密度 T 值为(-3.34±1.05) SD; 糖尿病 61 例, 高血压 154 例。PVA 平均 HBL 为(218.7±133.6) ml, 术前 Hb(122.99±15.60) g/L, 术后 Hb(115.25±15.29) g/L, Hb 损失为(7.74±5.15) g/L。PVP 组 HBL 为(203.4±124.7) ml, PKP 组 HBL 为(237.8±142.1) ml。

1.3 治疗方法

患者取俯卧位, C 形臂 X 线机透视下进行体表定位, 常规消毒铺巾, 用 1%利多卡因进行局部麻醉。麻醉成功后, 沿定位的椎弓根穿刺点进针。C 形臂 X 线机辅助透视, 适当调整进针方向及深度, 穿刺针位于椎弓根内, 至椎体前部约 1/3 处停止进针。PVP 组: 将穿刺针穿到骨折区附近(距离 1 cm 内)的正常骨质, 抽出穿刺针针芯, 在透视下将调好的骨水泥注入, 先在非骨折区形成锚定, 然后在骨折区注入水

泥, 见骨水泥在骨折区充分填充, 椎体复位满意后, 结束手术。PKP 组: 抽出穿刺针针芯, 放置可扩张球囊至椎体前 1/3-2/3 处, 透视下不断扩张球囊, 在骨折复位满意后, 取出球囊, 注入调好的骨水泥, 待骨水泥充分填充后, 结束手术。

1.4 观察项目与方法

1.4.1 隐性失血相关因素分析 记录患者性别, 年龄, 手术方式, 病程, 身高, 体重, 手术节段, 骨密度, 骨水泥量, 手术时间, 椎体高度丢失率, 椎体高度恢复率, 骨水泥渗漏, 凝血功能, 术前及术后血红蛋白(hemoglobin, Hb), 红细胞比容(hematocrit, HCT)和内科合并症(例如高血压、糖尿病)。所有患者术前完善血液分析、凝血功能等检查, 术后第 2 天或第 3 天进行血液分析复查。

1.4.2 影像学测量 椎体高度丢失率与椎体高度恢复率的计算方法参考文献^[5], 用椎体前缘高度表示椎体高度, 用上位椎体与下位椎体高度的平均值表示骨折椎体的预测高度。椎体高度丢失率=[(椎体的预测高度-术前椎体高度)/椎体的预测高度]×100%, 椎体高度恢复率=[(术后椎体高度-术前椎体高度)/椎体的预测高度]×100%。Yeom 等^[6]将骨水泥渗漏分为 3 型: B 型为骨水泥沿椎基底静脉渗漏至椎体后缘或硬膜前方部位; S 型为骨水泥沿椎体节段静脉渗漏至节段静脉内; C 型为骨水泥沿椎体骨皮质缺损渗漏至椎体周边的任何部位。

1.4.3 隐性失血的计算 通过 Gross^[7]公式计算总失血量(total blood loss, TBL), TBL=[术前血容量(patient blood volume, PBV)×(术前 HCT-术后 HCT)]/平均 HCT。根据 Nadler 等^[8]的方法计算 PBV。PBV=身高(m)³×k₁+体重(kg)×k₂+k₃。男性:k₁=0.366 9, k₂=0.032 19, k₃=0.604 1; 女性:k₁=0.356 1, k₂=0.033 08, k₃=0.183 3。由于 TBL=显性失血量+HBL-输血量, 显性失血量包括术中出血量及术后引流量, 但本研究所有患者术中出血量少, 无术后引流, 显性失血可忽略不计, 且所有患者围手术期末输血, 因此隐性失血量近似等于总失血量。

1.5 统计学处理

数据分析采用 SPSS 25.0 统计学软件, 定量资料以均数±标准差($\bar{x}±s$)描述, 定性资料表示为例数。采用独立样本 *t* 检验分析性别、手术方式、手术节段、骨水泥渗漏、内科合并症与 HBL 的相关性。以隐性失血量作为因变量, 年龄、病程、身高、体重、体质指数、骨密度、骨水泥量、手术时间、凝血功能指标、术前 Hb、椎体高度丢失率、椎体高度恢复率作为自变量, 建立多元线性回归模型分析 HBL 与变量之间的相关性。用单因素方差分析不同的骨水泥渗漏类

型对 HBL 的影响。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

由表 1 可以看出, PKP 组隐性失血量显著高于 PVP 组 ($P=0.015$), 双节段及多节段隐性失血较单节段显著增高 ($P=0.008$), 骨水泥渗漏的患者隐性失血显著增多 ($P=0.000$)。此外, 病程 ≥ 6 周也是 HBL 升高的影响因素 ($P=0.040$)。然而, 性别、高血压、糖尿病与隐性失血无明显相关性 ($P > 0.05$)。

表 1 隐性失血相关因素的独立样本 t 检验结果

Tab.1 Independent sample t -test results for the risk factors of HBL

组别	隐性失血量 ($\bar{x} \pm s$, ml)	t 值	P 值
性别		0.673	0.502
男 (62 例)	229.05 \pm 160.58		
女 (298 例)	216.50 \pm 127.48		
手术方式		-2.323	0.015
PVP (200 例)	203.36 \pm 124.65		
PKP (160 例)	237.79 \pm 142.09		
手术节段		-2.678	0.008
单节段 (282 例)	208.83 \pm 134.47		
双节段及多节段 (78 例)	254.21 \pm 124.88		
病程		2.063	0.040
≥ 6 周 (20 例)	278.28 \pm 162.93		
< 6 周 (340 例)	215.16 \pm 131.12		
是否有高血压		-0.572	0.826
有 (154 例)	216.87 \pm 141.84		
无 (206 例)	220.00 \pm 127.42		
是否有糖尿病		-1.658	0.098
有 (61 例)	192.88 \pm 142.00		
无 (299 例)	223.92 \pm 131.45		
骨水泥有无渗漏		3.764	0.000
有 (18 例)	238.66 \pm 130.54		
无 (342 例)	181.96 \pm 119.55		

如表 2 所示, 术前 Hb 是围手术期隐性失血的影响因素, 与 HBL 呈负相关。年龄, 身高, 体重, 体质指数, 病程, 骨水泥量, 手术时间, 椎体高度丢失率, 椎体高度恢复率, 骨密度, 凝血功能指标中凝血酶原时间 (prothrombin time, PT), PT-INR (国际标准化比值), 活化部分凝血活酶时间 (activated partial thromboplastin time, APTT), 纤维蛋白原 (fibrinogen, FIB-C) 与隐性失血无明显相关性 ($P > 0.05$)。

研究发现骨水泥渗漏是隐性失血的重要因素, 对其进一步分析, 探讨是否各种类型的渗漏对于隐性失血都有意义。如表 3 所示, B 型和 S 型与 HBL 显著相关 ($P < 0.05$), 而 C 型与 HBL 无明显相关性。

表 2 隐性失血相关因素的多元线性回归分析结果

Tab.2 Multiple linear regression results for the associated factors of HBL

项目	回归系数	t 值	P 值
年龄	0.042	0.728	0.467
身高	0.555	1.603	0.110
体重	-1.187	-1.458	0.146
体质指数	1.179	1.546	0.123
病程	0.037	0.663	0.508
骨水泥量	0.109	1.659	0.098
手术时间	0.107	1.732	0.084
骨密度	-0.001	-0.013	0.990
术前 Hb	-0.607	-3.160	0.002
PT	-0.010	-0.062	0.951
PT-INR	-0.009	-0.060	0.952
APTT	-0.039	-0.540	0.589
FIB-C	0.069	1.281	0.201
椎体高度丢失率	0.116	1.645	0.101
椎体高度恢复率	-0.024	-0.335	0.738

表 3 单因素方差分析骨水泥渗漏类型对隐性失血的影响

Tab.3 One-way ANOVA for the impact of different cement leakage types on HBL

骨水泥渗漏类型	F 值	P 值
B 型	15.147	0.000
S 型	5.488	0.020
C 型	0.019	0.889

3 讨论

1973 年 Pattison 等^[2]发现膝关节置换术后的患者出现与手术过程中出血不符的中重度贫血, 由此推测在围手术期存在不可见的血量丢失。2000 年由 Sehat 等^[9]首次提出了 HBL 的概念: 指围手术期外渗在组织间隙, 积留在关节腔内, 以及因溶血作用而引起的机体血红蛋白降低。经皮椎体强化术通常被认为是治疗 OVCFs 的有效和安全的方法^[10]。由于其手术时间短, 术中可见失血量少, 临床上 HBL 经常被忽略。大量的隐性失血可能会导致术后贫血, 不利于伤口愈合, 延长卧床时间和增加相关并发症发生的风险, 给患者的经济和心理上带来一定的负担。接受 PVA 手术的患者年龄普遍较高, 常合并高血压、糖尿病等内科疾病, 对手术失血耐受性差。同时, 老年患者通常存在不同程度贫血, 加上骨小梁疏松, 术中渗血不容易被观察, 只能依靠术后抽血检查等发现, 因此 PVA 围手术期隐性失血更容易被忽视。

本研究发现 PKP 隐性失血比 PVP 显著增多, 可

能与以下原因有关:(1)PKP 手术操作相对于 PVP 复杂,手术时间更长,术中显性失血量更多。(2)PKP 术中反复插入套管和导针可能会导致椎旁肌的失血量增加,且球囊扩张后,椎体内的空腔也可能导致术中出血^[11]。(3)球囊填塞可扩张塌陷的椎体,增加椎体内空间,使得储血空间增加,导致更多的失血量。本研究表明,单节段手术组隐性失血明显少于双节段及多节段手术组。Smorgick 等^[12]发现在脊柱后路内固定融合术中,随着手术节段增加,隐性失血量也增加。一方面手术节段越多,手术时间也相应的增加,从而增加术中出血量;另一方面多节段的手术增加了操作空间,从而增加了储血空间。本研究还发现病程 ≥ 6 周的患者围手术期隐性失血较病程 < 6 周的患者更多,具体原因还有待进一步探讨。有学者也报道,胸腰椎骨折等创伤后机体出现应激反应,使机体的自我调节能力下降,在创伤后 7~10 d 进行手术对比 5 d 内手术的患者,尽管总失血量相近,但隐性失血量反而增加^[13]。此外,术前 Hb 越低,隐性失血量越多。这与 Ryan 等^[14]观点一致,他们的研究认为在全膝关节置换术中,术前 Hb 越低的患者,围手术期失血量越大,同时,发生骨水泥渗漏的患者,其隐性失血量显著增多。进一步进行多因素分析后发现 B 型和 S 型骨水泥渗漏与隐性失血显著相关。一方面可能与骨水泥渗漏入静脉导致其持续出血有关;另一方面骨水泥的细胞毒性和热反应可能会杀死红细胞。然而,通过骨皮质渗漏的 C 型则与隐性失血无明显相关性。

根据世界卫生组织定义,Hb 成年男性 < 130 g/L,成年女性 < 120 g/L,即可定义为贫血^[15]。本组有 81 例患者在术前 Hb 正常的情况下,术后出现贫血,经对症治疗贫血改善。因此,术前存在贫血的患者即使进行微创的 PVA,术后仍有贫血加重可能,这不利于患者快速、安全的康复。在日常临床工作中不能忽视隐性失血,有效合理的减少隐性失血,能够在一定程度上降低相关并发症的发生率,有利于患者术后早期康复。对于术前有一个或多个因素并存的,术前应该有个预判,提早准备;术中注意止血,缩短手术时间,防止骨水泥渗漏;术后需特别关注隐性失血情况,及时进行血液分析,补足血容量,从而保障患者的围手术期安全。虽然上述结果对临床具有一定意义,但也存在局限性。本研究为回顾性研究,收集资料时存在选择性偏倚。因此,未来仍需进行大样本的前瞻性研究进一步证实本研究的结果。

综上所述,临床上应警惕 PVA 围手术期大量 HBL 的发生,PKP、双节段及多节段手术、病程 ≥ 6 周、

B 型和 S 型骨水泥渗漏是 PVA 围手术期隐性失血的危险因素;术前 Hb 越低的患者围手术期隐性失血越多。

参考文献

- [1] Li Y, Feng X, Pan J, et al. Percutaneous vertebroplasty versus kyphoplasty for thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fractures in patients with distant lumbosacral pain[J]. Pain Physician, 2021, 24(3): E349-E356.
- [2] Pattison E, Protheroe K, Pringle RM, et al. Reduction in haemoglobin after knee joint surgery[J]. Ann Rheum Dis, 1973, 32(6): 582-584.
- [3] Zhou Y, Fu X, Yang M, et al. Hidden blood loss and its possible risk factors in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion [J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15(1): 445.
- [4] Zhang R, Xing F, Yang Z, et al. Analysis of risk factors for perioperative hidden blood loss in patients undergoing transforaminal lumbar interbody fusion[J]. J Int Med Res, 2020, 48(8): 300060520937848.
- [5] Wu YS, Zhang H, Zheng WH, et al. Hidden blood loss and the influential factors after percutaneous kyphoplasty surgery[J]. Eur Spine J, 2017, 26(7): 1878-1883.
- [6] Yeom JS, Kim WJ, Choy WS, et al. Leakage of cement in percutaneous transpedicular vertebroplasty for painful osteoporotic compression fractures[J]. J Bone Joint Surg Br, 2003, 85(1): 83-89.
- [7] Gross JB. Estimating allowable blood loss: corrected for dilution[J]. Anesthesiology, 1983, 58(3): 277-280.
- [8] Nadler SB, Hidalgo JH, Bloch T. Prediction of blood volume in normal human adults[J]. Surgery, 1962, 51(2): 224-232.
- [9] Sehat KR, Evans R, Newman JH. How much blood is really lost in total knee arthroplasty? Correct blood loss management should take hidden loss into account[J]. Knee, 2000, 7(3): 151-155.
- [10] Wardlaw D, Cummings SR, Van Meirhaeghe J, et al. Efficacy and safety of balloon kyphoplasty compared with non-surgical care for vertebral compression fracture (FREE): a randomised controlled trial[J]. Lancet, 2009, 373(9668): 1016-1024.
- [11] Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA. New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26(14): 1511-1515.
- [12] Smorgick Y, Baker KC, Bachison CC, et al. Hidden blood loss during posterior spine fusion surgery[J]. Spine J, 2013, 13(8): 877-881.
- [13] 罗永立, 许汉权, 庞祖才, 等. 胸腰椎骨折手术时机与隐性失血的相关性研究[J]. 吉林医学, 2011, 32(35): 7448-7449.
- [14] LUO YL, XU HQ, PANG ZC, et al. Study on correlation between operation time and occult blood loss in thoracolumbar fracture[J]. Ji Lin Yi Xue, 2011, 32(35): 7448-7449. Chinese.
- [15] Ryan SP, Klement MR, Green CL, et al. Preoperative hemoglobin predicts postoperative transfusion despite antifibrinolytics during total knee arthroplasty[J]. Orthopedics, 2019, 42(2): 103-109.
- [15] Begh  C, Wilson A, Ershler WB. Prevalence and outcomes of anemia in geriatrics: a systematic review of the literature[J]. Am J Med, 2004, 116(Suppl 7A): 3S-10S.

(收稿日期:2021-08-20 本文编辑:王宏)